

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-232271

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 4 1		H 0 1 L 21/304	3 4 1 T 3 4 1 M

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-31773

(22) 出願日 平成8年(1996)2月20日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 沖 一郎

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 五月女 栄宏

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

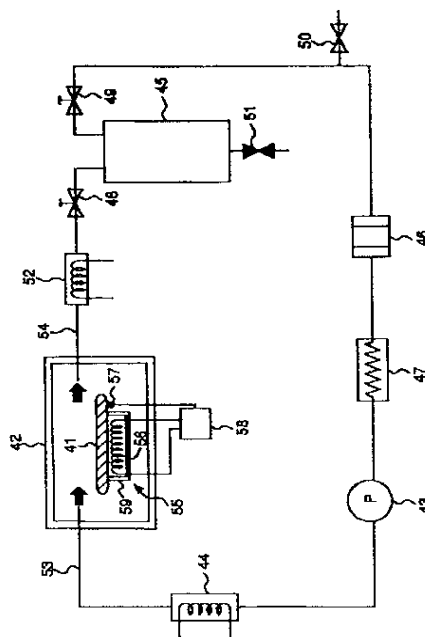
(74) 代理人 弁理士 青山 稔 (外1名)

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハの洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】 1洗浄サイクル当たりの相変化回数が多く、洗浄性が高く、高信頼性で安価な半導体ウェハの洗浄装置を提供する。

【解決手段】 圧送ポンプ43および加熱器44は、超臨界圧力より僅かに高い圧力であって超臨界温度より僅かに低い温度の液体状態に保ったままCO<sub>2</sub>が循環する定常状態を形成する。ヒータ制御部58は、被洗浄ウェハ41の表面温度がCO<sub>2</sub>の超臨界温度より低い場合にのみヒータ56をオンして被洗浄ウェハ41を加熱して、被洗浄ウェハ41の表面近傍のCO<sub>2</sub>を液体状態と超臨界流体状態とに相変動させる。こうして、少ない体積のCO<sub>2</sub>を相変動させて1洗浄サイクル当たりの相変化回数を多くする。また、超臨界流体状態から溶解度が高く分子間力の強い液体状態に相変動させることによって、逆汚染をなくし、パーティクルの洗浄を可能にする。また、機械的駆動手段を用いずに高い信頼性を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被洗浄ウェハが入れられると共に、洗浄物質の注入口および排出口を有する高压容器と、上記高压容器の注入口に、超臨界圧力より高い所定圧力で超臨界温度より低い所定温度である液体状態の洗浄物質を供給する洗浄物質供給手段と、上記高压容器の排出口から、上記洗浄物質を排出する洗浄物質排出手段と、

上記洗浄物質排出手段による排出量を調整して、上記高压容器内の圧力を上記所定圧力に保つ排出量調整手段と、  
上記被洗浄ウェハの表面温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下している場合に上記被洗浄ウェハを加熱するウェハ加熱手段を備えたことを特徴とする半導体ウェハの洗浄装置。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体ウェハの洗浄装置において、  
上記ウェハ加熱手段は、  
ヒータが内蔵されると共に、上記被洗浄ウェハが搭載されるステージと、  
上記被洗浄ウェハの表面温度を検出する温度検出手段と、

上記温度検出手段による検出温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下すると上記ヒータをオンする一方、上記超臨界温度以上になると上記ヒータをオフするヒータ制御手段を備えたことを特徴とする半導体ウェハの洗浄装置。

【請求項3】 請求項1に記載の半導体ウェハの洗浄装置において、  
上記高压容器における注入口と排出口とは、互いに対向すると共に、上記注入口と排出口とを結ぶ直線が上記被洗浄ウェハの表面に平行となるように設けられていることを特徴とする半導体ウェハの洗浄装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、超臨界流体を使用した半導体ウェハの洗浄装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】分子量が低い安定な物質は、図3の相図に示すように、固有の超臨界温度 $T_c$ と超臨界圧力 $P_c$ とで特徴付けられる超臨界点Cを有し、超臨界点C以上の温度と圧力とにおいては気体とも液体とも区別できない状態が形成される。このような状態の流体は超臨界流体と呼ばれ、圧力を幾ら増加しても液体や固体への凝縮が生じない。

【0003】例えば、超臨界流体状態で工業的に広く使用される二酸化炭素( $CO_2$ )は、超臨界点Cは $T_c=31^\circ C$ 、 $P_c=7.3atm$ であり、超臨界流体状態では、気体状態に比べて有機物の溶解度が著しく大きくなる。また、液体状態に比べて粘性が低いために、微細孔部分に浸透

しやすく、拡散係数が高いために溶解した物質を短時間で拡散できる等の特徴を有する。したがって、近年、微細化構造の複雑化が進んでいる高集積回路製造工程における半導体ウェハの洗浄に有効なのである。

【0004】従来、上記超臨界流体を使用した洗浄装置として、図4に示すような基本構造を有するものがある(特開昭63-179530号公報)。この洗浄装置は、次のようにしてウェハを洗浄する。

【0005】被洗浄ウェハ1が入れられた高压容器2に、圧送ポンプ3および加熱器4によって超臨界点C以上に加圧昇温されて超臨界流体状態となった洗浄物質(超臨界流体)が注入されて、被洗浄ウェハ1の表面上の汚染物質が超臨界流体中に抽出される。そして、汚染物質を含んだ超臨界流体は、超臨界圧力 $P_c$ 以下に減圧されている回収容器5に供給される。そうすると、回収容器5内において、超臨界流体は気体となって汚染物質の溶解度が低下するために、汚染物質が回収容器5内に析出する。こうして、汚染物質が除去された気体状態の洗浄物質は、フィルタ6で浄化されて冷却器7で液化された後、再度圧送ポンプ3および加熱器4で超臨界点C以上に加圧昇温されて超臨界流体となり、高压容器2に注入される。上述のような洗浄物質の循環によって、高压容器2内の被洗浄ウェハ1が洗浄される。

【0006】上記洗浄物質の循環系においては、高压容器2と回収容器5とは調圧弁8を介して連結され、回収容器5とフィルタ6とは調圧弁9を介して連結されており、上記循環系から調圧弁8、9等によって洗浄物質が外部に放出されるので、補充バルブ10を介して定期的に新しい洗浄物質が補充される。尚、上記回収容器5内に析出した汚染物質は、回収バルブ11より外部に取り出される。

【0007】ここで、上記洗浄物質としては、上述のように $CO_2$ が多く使用される。これは、 $CO_2$ が、上述のように適度な超臨界温度( $31^\circ C$ )と超臨界圧力( $7.3atm$ )とを有すること、毒性、腐食性、引火性がなく安全であること、経済的であること等による。

【0008】また、上述のような超臨界流体を使用した洗浄技術において、被洗浄ウェハ表面の微細孔部分の洗浄効果を高めるために、被洗浄ウェハを入れた高压容器の体積を変動させて、洗浄物質の状態を超臨界流体状態と気体状態とに変動させることが提案されている(“Supercritical Fluids for Single Wafer Cleaning” SOLID STATE TECHNOLOGY (June 1992 p.117-p.120))。

【0009】図5は、上記洗浄物質を超臨界流体状態と気体状態とに相変動させる技術を可能ならしめる洗浄装置の一例を示す。被洗浄ウェハ15が入れられる高压容器16は、薄い金属製のダイヤフラム17とダイヤフラム駆動部18とを有している。そして、この高压容器16に、圧送ポンプ19および加熱器20によって超臨界温度 $T_c$ 以上の温度で超臨界圧力 $P_c$ 近傍の圧力に加圧昇

10

20

30

40

50

温された洗浄物質を注入しつつ、ダイヤフラム駆動部18内の圧力を超臨界圧力 $P_c$ を中心として周期的に変動させる。こうすることによって、ダイヤフラム17は点線の曲線で示すように振動して、高压容器16の体積がダイヤフラム17が実線で示す位置にある場合の体積を中心として変動して圧力が変動する。その結果、洗浄物質は、図3に矢印Aに示すように、超臨界流体状態と気体状態とに周期的に相変動することになる。

【0010】そうすると、上記洗浄物質が超臨界流体状態を呈する場合には、被洗浄ウェハ15の微細孔内部に浸透して汚染物質を抽出する。そして、超臨界流体状態から気体状態に相変化する際の拡散係数の増大によって、上記抽出された汚染物質が微細孔外に放出されて、洗浄効果がより向上するのである。

【0011】そして、汚染物質を含んだ超臨界流体は回収容器21内において気体となって汚染物質が析出し、汚染物質が除去された洗浄物質は、フィルタ22、冷却器23、圧送ポンプ19および加熱器20を通過して超臨界温度 $T_c$ 以上の圧力で超臨界圧力 $P_c$ 近傍の圧力に加压昇温されて、高压容器16に注入されるのである。

【0012】また、洗浄物質の温度を変動させて超臨界流体状態と液体状態とに周期的に相変動させる洗浄装置として、図6に示すようなものがある(特開平3-123604号公報)。この洗浄装置では、ガス容器25から供給された洗浄物質は、ポンプ26で超臨界圧力 $P_c$ 以上に加压されて入口ライン27から高压チャンバ28に導入される。そして、電源29から内部加熱素子30に電圧が印加されて、高压チャンバ28内の洗浄物質が超臨界温度 $T_c$ 以上に昇温されて超臨界流体状態となる。こうして、超臨界流体状態となった $CO_2$ によって被洗浄ウェハ(図示せず)の表面上の汚染物質が抽出される。その後、汚染物質を含む超臨界流体は排出ライン31を介してセパレータ32に供給されて、汚染物質が分離される。

【0013】上述の様な洗浄物質の循環系において、冷却剤容器33から冷却剤ライン34を介して上記高压チャンバ28を包囲する冷却剤ジャケット(図示せず)に冷却剤が間欠的に供給されて、高压チャンバ28内の超臨界流体が周期的に超臨界温度 $T_c$ 以下まで冷却される。その結果、洗浄物質は、図3に矢印Bに示すように、超臨界流体状態と液体状態とに周期的に相変動することになる。こうして、液体状態から上記超臨界流体状態に相変化する際の拡散係数の変動によって、洗浄効果が向上されるのである。尚、内部加熱素子30の温度制御や冷却剤の供給タイミング等は、コンピュータ35からの制御信号36によって制御される。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記洗浄物質の圧力を変動させて超臨界流体状態と気体状態とに周期的に相変動させる洗浄装置では、以下のような問

題がある。

(1) 上記高压容器16内の圧力を変動させるために、金属製のダイヤフラム17を周期的に振動させる必要がある。したがって、ダイヤフラム17の劣化に起因する発塵、金属汚染、および、ダイヤフラム17の破損に起因する高压容器16の信頼性低下が生ずる。そこで、これらの問題を回避しようとする、高压に耐えるダイヤフラム17の材料の選定、設計が難しく、製造コストの増大を招くことになる。

10 【0015】(2) 上記洗浄物質が超臨界流体状態から気体状態に相変化する、被洗浄ウェハ15の表面から抽出された有機成分等の汚染物質の溶解度が低下する。そのために、析出した汚染物質が被洗浄ウェハ15の表面や高压容器16の内壁を逆汚染して、洗浄効果が低下する。

【0016】(3) 上記汚染物質が分子状を呈している場合には、超臨界流体において溶解された汚染物質を気体状態では拡散によって雰囲気中に保持することが可能である。ところが、上記汚染物質がパーティクル状を呈している場合には、超臨界状態において取り込まれた汚染物質を気体状態では雰囲気中に保持することができない。つまり、上記被洗浄ウェハ15の表面上のパーティクルを除去することができないのである。

20 【0017】また、特開平3-123604号公報に開示された洗浄物質の温度を変動させて超臨界流体状態と液体状態とに周期的に相変動させる洗浄装置では、以下のような問題がある。

(4) 冷却剤ジャケットに冷却剤を供給することによって高压チャンバ28内の超臨界流体全体を冷却するので、超臨界流体が超臨界温度 $T_c$ 以下まで冷却されるのに分単位の時間を要する。したがって、1洗浄サイクル当たりの相変化回数が少ない。

【0018】(5) 高压チャンバ28全体が超臨界温度 $T_c$ 以上になるので、高压チャンバ28内壁の有機物も抽出される。したがって、運転開始時に、高压チャンバ28内壁から抽出された有機物を除去するための空運転が必要となる。

【0019】そこで、この発明の目的は、1洗浄サイクル当たりの相変化回数が多く、洗浄性が高く、高信頼性で安価な半導体ウェハの洗浄装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明は、被洗浄ウェハが入れられると共に、洗浄物質の注入口および排出口を有する高压容器と、上記高压容器の注入口に、超臨界圧力より高い所定圧力で超臨界温度より低い所定温度である液体状態の洗浄物質を供給する洗浄物質供給手段と、上記高压容器の排出口から上記洗浄物質を排出する洗浄物質排出手段と、上記洗浄物質排出手段による排出量を調整して、上

記高压容器内の圧力を上記所定圧力に保つ排出量調整手段と、上記被洗浄ウェハの表面温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下している場合に上記被洗浄ウェハを加熱するウェハ加熱手段を備えたことを特徴としている。

【0021】上記構成によれば、洗浄物質供給手段及び排出量調整手段によって、被洗浄ウェハが入れられた高压容器内の洗浄物質が超臨界圧力より高い所定圧力であって超臨界温度より低い所定温度である液体状態に保たれた定常状態が形成される。この状態において、ウェハ加熱手段によって、上記被洗浄ウェハの表面温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下している場合にのみ上記被洗浄ウェハが加熱されて、上記高压容器内における被洗浄ウェハの表面近傍の洗浄物質が液体状態と超臨界流体状態とに相変動される。こうして、被洗浄ウェハの表面近傍の洗浄物質を液体状態と超臨界流体状態とに相変動させることによって、超臨界流体状態の洗浄物質に抽出された分子状の汚染物質は、相変化後には溶解度の高い液体状態の洗浄物質中に保持されて逆汚染が生じない。また、超臨界流体状態の洗浄物質に取り込まれたパーティクル状の汚染物質は、相変化後には分子間力の強い液体状態の洗浄物質中に保持されて排出される。

【0022】さらに、上記被洗浄ウェハ表面の極近傍の少量の洗浄物質のみが短時間に液体状態と超臨界流体状態とに相変動されて、1洗浄サイクル当たりの相変化回数が多くなり、高い洗浄性で被洗浄ウェハが洗浄される。

【0023】また、請求項2に係る発明は、請求項1に係る発明の半導体ウェハの洗浄装置において、上記ウェハ加熱手段は、ヒータが内蔵されると共に、上記被洗浄ウェハが搭載されるステージと、上記被洗浄ウェハの表面温度を検出する温度検出手段と、上記温度検出手段による検出温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下すると上記ヒータをオンする一方、上記超臨界温度以上になると上記ヒータをオフするヒータ制御手段を備えたことを特徴としている。

【0024】上記構成において、ヒータ制御手段によって、被洗浄ウェハの表面温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下すると、上記ステージ内のヒータがオンされて被洗浄ウェハが加熱され、被洗浄ウェハ表面の極近傍の洗浄物質が超臨界流体状態となる。一方、上記被洗浄ウェハの表面温度が上記超臨界温度以上になると、上記ステージ内のヒータがオフされて被洗浄ウェハが放熱し、被洗浄ウェハ表面の極近傍の洗浄物質が液体状態となる。こうして、上記被洗浄ウェハ表面の極近傍の洗浄物質が自動的に液体状態と超臨界流体状態とに相変動される。

【0025】また、請求項3に係る発明は、請求項1に係る発明の半導体ウェハの洗浄装置において、上記高压容器における注入口と排出口とは、互いに対向すると共に、上記注入口と排出口とを結ぶ直線が上記被洗浄ウェ

ハの表面に平行となるように設けられていることを特徴としている。

【0026】上記構成によれば、高压容器の注入口から注入された洗浄物質は、対向して設けられた排出口に向かって流れて、被洗浄ウェハ表面に平行で一様な洗浄物質の層流が形成される。こうして、超臨界流体状態の洗浄物質によって抽出されて液体状態の洗浄物質に保持された汚染物質は上記排出口から速やかに高压容器外に排出されて、再汚染が生じない。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、この発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。図1は本実施の形態の半導体ウェハの洗浄装置における流体回路図である。本実施の形態における半導体ウェハの洗浄装置では、被洗浄ウェハの洗浄物質としてCO<sub>2</sub>を使用する。

【0028】被洗浄ウェハ41が入れられた高压容器42内に、圧送ポンプ43によってCO<sub>2</sub>の超臨界圧力Pcより僅かに高い75～85atmに昇圧され、加熱器44によってCO<sub>2</sub>の超臨界温度Tcより僅かに低い28～30℃に昇温された液体状態のCO<sub>2</sub>が供給される。そして、高压容器42内において、液体状態のCO<sub>2</sub>によって被洗浄ウェハ41の表面上に付着している汚染物質が抽出される。尚、上記高压容器42内の圧力は、調圧弁48によって超臨界圧力Pcより僅かに高い75～85atmに調圧されている。

【0029】このようにして、上記被洗浄ウェハ41表面から抽出された汚染物質を含む液体CO<sub>2</sub>は、高压容器42の排出口54から高压容器42外に排出され、加熱器52によって超臨界温度31℃以上に昇温されて超臨界流体状態となり、回収容器45に送出される。ここで、回収容器45内の圧力は、調圧弁49によって超臨界圧力Pcよりも低圧になるように調圧されている。したがって、上記回収容器45内で、超臨界流体CO<sub>2</sub>は気体状態に相変化して、溶解されていた汚染物質が析出する。尚、回収容器45内に析出した汚染物質は、回収バルブ51を開放して外部に取り出される。

【0030】こうして、汚染物質が分離された気体CO<sub>2</sub>は、フィルタ46を通過し、冷却器47によって冷却されて液体状態となった後、再度圧送ポンプ43によって75～85atmに昇圧され、加熱器44によって28～30℃に昇温されて、高压容器42に供給されるのである。

【0031】上記洗浄物質CO<sub>2</sub>の一部は、洗浄後のウェハ41を高压容器42から取り出す際に大気中に放出される。そこで、補充バルブ50を介して新しい気体状態のCO<sub>2</sub>が補充される。

【0032】上述のようにして、上記高压容器42内のCO<sub>2</sub>を超臨界圧力Pcより僅かに高い75～85atmの圧力であって超臨界温度Tcより僅かに低い28～30℃の温度の液体状態に保ち、回収容器45内のCO<sub>2</sub>を

気体状態に保ったまま、CO<sub>2</sub>が圧送ポンプ43→加熱器44→高压容器42→加熱器52→回収容器45→冷却器47→圧送ポンプ→…と循環する定常状態が形成されるのである。

【0033】その際に、上記被洗浄ウェハ41はウェハステージ55に埋め込まれているヒータ56によって加熱される。したがって、被洗浄ウェハ41が昇温されて表面温度がCO<sub>2</sub>の超臨界温度である31℃を越えると、被洗浄ウェハ41の表面近傍のCO<sub>2</sub>が超臨界流体状態に相変化する。被洗浄ウェハ41の極近傍には熱電対57が設置されており、この熱電対57によって被洗浄ウェハ41の表面温度が検出されて検出信号がヒータ制御部58に送出される。

【0034】上記ヒータ制御部58は、熱電対57からの信号に基づいて被洗浄ウェハ41の表面温度をモニタしており、表面温度が31℃以上になるとヒータ56への送電をオフする。ここで、被洗浄ウェハ41の表面近傍に生じたCO<sub>2</sub>の超臨界流体状態は非平衡状態であり、ヒータ56の加熱が停止されると、注入口53から注入されてくる超臨界温度31℃より低温の液体CO<sub>2</sub>に急激に熱を奪われる。そして、上記表面温度が再び31℃より低下すると被洗浄ウェハ41の表面近傍のCO<sub>2</sub>が液体状態に戻る。こうして、被洗浄ウェハ41の表面温度が31℃より低下するとヒータ56への送電がオンされ、被洗浄ウェハ41が昇温されて被洗浄ウェハ41の表面近傍のCO<sub>2</sub>が超臨界流体状態となる。上記ヒータ制御部58の制御によって上述の工程を繰り返すことによって、被洗浄ウェハ41の表面近傍のCO<sub>2</sub>に超臨界流体状態と液体状態との周期的な相変動を起こさせるのである。

【0035】上記ウェハステージ55は、被洗浄ウェハ41との接触面以外は断熱材59によって覆われている。したがって、被洗浄ウェハ41周囲のCO<sub>2</sub>は、伝導によってのみ加熱されて対流によっては加熱されない。その結果、ヒータ56の加熱によって超臨界流体状態となるCO<sub>2</sub>は、被洗浄ウェハ41表面の極近傍のCO<sub>2</sub>に限定される。すなわち、本半導体ウェハの洗浄装置における相変化の対象となるCO<sub>2</sub>の体積は極小さく、相変化に要する時間を数十秒程度に短くできる。したがって、1洗浄サイクル当たりの相変化回数を多くでき、数μオーダーの固形物をも除去できる。こうして、洗浄効果を、特開平3-123604号公報に開示された従来の超臨界流体状態と液体状態とで相変化を行う洗浄装置よりも更に高めることができるのである。

【0036】上述の工程によって、洗浄物質CO<sub>2</sub>を循環させながら、被洗浄ウェハ41の周囲のCO<sub>2</sub>を液体状態と超臨界流体状態との間で周期的に相変化させ、回収容器45内のCO<sub>2</sub>を超臨界流体状態から気体状態に相変化させて、被洗浄ウェハ41が効率よく高い洗浄性で洗浄されるのである。

【0037】ここで、図2に示すように、上記高压容器42は長辺が被洗浄ウェハ41の面と同一方向を向いた薄い直方体に形成されており、注入口53及び排出口54も長軸が被洗浄ウェハ41の面と同一方向を向いた薄い楕円形に形成されている。そして、注入口53と排出口54とを、互いに対向させて、注入口53と排出口54とを結ぶ直線が被洗浄ウェハ41の表面に平行となるように設けることによって、被洗浄ウェハ41の表面に平行で様なCO<sub>2</sub>の層流が形成される。したがって、抽出された汚染物質は上記CO<sub>2</sub>の流れに乗って速やかに排出口54から外部に排出されて、乱流によって被洗浄ウェハ41を再汚染することがないのである。

【0038】上述のごとく、本実施の形態におけるウェハステージ55にはヒータ56が埋め込まれている。そして、被洗浄ウェハ41の極近傍には熱電対57が設置されており、この熱電対57によって検出された被洗浄ウェハ41の表面温度に基くヒータ制御部58の制御によって、ウェハ表面温度がCO<sub>2</sub>の超臨界温度である31℃より低い場合にのみヒータ56がオンされてウェハステージ55上の被洗浄ウェハ41を加熱するようになっている。

【0039】そして、上記高压容器42内の洗浄物質CO<sub>2</sub>を超臨界圧力Pcより僅かに高い75～85atmの圧力であって超臨界温度Tcより僅かに低い28～30℃の温度の液体状態に保ったままCO<sub>2</sub>が循環する定常状態を形成し、ヒータ制御部58によって上述の制御を行うことによって、被洗浄ウェハ41の表面近傍のCO<sub>2</sub>に液体状態と超臨界流体状態との相変動領域を形成するのである。こうすることによって、圧力変動を利用して気体状態と超臨界流体状態との相変動を得る場合のダイヤフラムのような機械的駆動手段を用いる必要がなく、機械的駆動手段による発塵や信頼性低下がないのである。

【0040】また、本実施の形態における相変動は超臨界流体状態と液体状態との間で行われる。したがって、CO<sub>2</sub>が超臨界流体状態から液体状態に相変化した場合に、超臨界流体状態の際に抽出された分子状の汚染物質は溶解度の高い液体状態のCO<sub>2</sub>中に保持されている。したがって、CO<sub>2</sub>が超臨界流体状態から溶解度の低い気体状態に相変化した場合のように、被洗浄ウェハ41や高压容器42の内壁を逆汚染することがないのである。さらに、分子間力の強い液体状態のCO<sub>2</sub>は微粒子状態のパーティクルを保持することができる。したがって、被洗浄ウェハ41の表面や微細孔内部から相変動で生ずる拡散係数の変動によって取り込まれたパーティクルが、液体状態のCO<sub>2</sub>の流れに乗って容易に除去されるのである。

【0041】また、超臨界流体状態に相変動するCO<sub>2</sub>は被洗浄ウェハ41表面の極近傍のCO<sub>2</sub>に限定されるので、相変化に要する時間を数十秒程度に短くできる。

したがって、1洗浄サイクル当たりの相変化回数を高压容器内の全洗浄物質を相変動させる場合に比して多くでき、数 $\mu$ オーダーの固形物をも除去できる。さらに、上記CO<sub>2</sub>の相変動に際して、高压容器42の内壁に接触しているCO<sub>2</sub>は液体状態を維持している。したがって、高压容器42の内壁の有機物が抽出されることがなく、抽出された有機物を排除するための空運転の必要がない。

【0042】尚、本実施の形態における流体回路は図1に示す回路に限定されるものではなく、高压容器42内の洗浄物質を超臨界圧力Pcより僅かに高い圧力であって超臨界温度Tcより僅かに低い温度の液体状態に保ち、回収容器45内の洗浄物質を気体状態に保ったまま、洗浄物質が循環する定常状態を形成できる回路であればよい。

#### 【0043】

【発明の効果】以上より明らかなように、請求項1に係る発明の半導体ウェハの洗浄装置は、被洗浄ウェハが入れた高压容器に、洗浄物質供給手段によって超臨界圧力より高い所定圧力であって超臨界温度より低い所定温度である液体状態の洗浄物質を供給し、排出量調整手段によって、洗浄物質排出手段による排出量を調整して上記高压容器内の圧力を上記所定圧力に保ち、ウェハ加熱手段によって、上記被洗浄ウェハの表面温度が上記洗浄物質の超臨界温度より低下している場合に上記被洗浄ウェハを加熱するので、上記高压容器内における被洗浄ウェハの表面近傍の洗浄物質を液体状態と超臨界流体状態とに相変動させることができる。したがって、超臨界流体状態の洗浄物質に抽出された分子状の汚染物質は溶解度の高い液体状態の洗浄物質中に保持されて排出され、逆汚染が防止される。さらに、超臨界流体状態の洗浄物質に取り込まれたパーティクル状の汚染物質は、分子間力の強い液体状態の洗浄物質中に保持されて排出される。つまり、この発明によれば、分子状の汚染物質であってもパーティクル状の汚染物質であっても除去できるのである。

【0044】さらに、上記被洗浄ウェハ表面の極近傍における少量の洗浄物質のみが短時間に液体状態と超臨界流体状態とに相変動されるので、1洗浄サイクル当たりの相変化回数が多くなって数 $\mu$ オーダーの固形物も除去でき、高い洗浄性を得ることができる。さらに、上記高压容器内に機械的駆動手段を有していないので機械的駆動手段による発塵や信頼性の低下がなく、安価で高性能な半導体ウェハの洗浄装置を提供できる。

【0045】また、請求項2に係る発明の半導体ウェハの洗浄装置は、ヒータ制御手段による制御の下に、温度検出手段で検出された被洗浄ウェハの表面温度が洗浄物質の超臨界温度より低下するとステージ内のヒータをオンする一方、上記検出温度が超臨界温度以上になると上記ヒータをオフするので、被洗浄ウェハの表面近傍の洗浄物質は、被洗浄ウェハの表面温度が超臨界温度より低下すると加熱されて超臨界流体状態となる一方、上記被洗浄ウェハの表面温度が超臨界温度以上になると放熱して液体状態となる。すなわち、この発明によれば、上記被洗浄ウェハの表面近傍の洗浄物質が自動的に液体状態と超臨界流体状態とに相変動される。

【0046】また、請求項3に係る発明の半導体ウェハの洗浄装置は、上記高压容器における注入口と排出口とは、互に対向すると共に、上記注入口と排出口とを結ぶ直線が上記被洗浄ウェハの表面に平行となるように設けられているので、注入口から高压容器に注入された洗浄物質は対向した排出口に向かって流れて被洗浄ウェハ表面に平行で一様な洗浄物質の層流が形成される。したがって、超臨界流体状態の洗浄物質によって抽出されて液体状態の洗浄物質に保持された汚染物質は、上記排出口から速やかに高压容器外に排出される。すなわち、この発明によれば、積極的に再汚染を防止して高い洗浄性を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の半導体ウェハの洗浄装置における一実施の形態を示す流体回路図である。

【図2】図1における高压容器、注入口および排出口の具体的形状を示す図である。

【図3】超臨界流体状態を説明するための相図である。

【図4】従来の超臨界流体を用いた洗浄装置を示す図である。

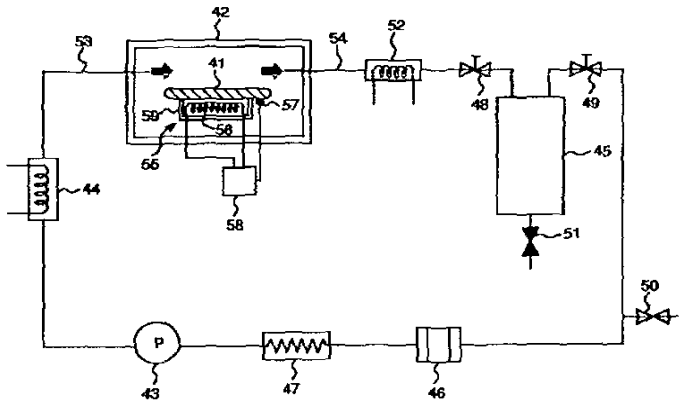
【図5】体積変動によって超臨界流体状態と気体状態とに相変動させる洗浄装置を示す図である。

【図6】温度変動によって超臨界流体状態と液体状態とに相変動させる従来の洗浄装置を示す図である。

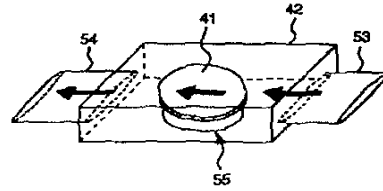
#### 【符号の説明】

41…被洗浄ウェハ、	42…高压容器、
43…圧送ポンプ、	44、52…加熱
器、45…回収容器、	53…注入
口、54…排出口、	55…ウェハ
ステージ、56…ヒータ、	57…
熱電対、58…ヒータ制御部、	59…断
	熱材。

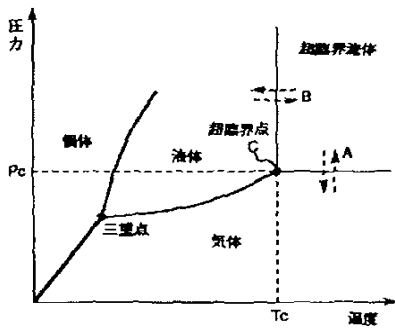
【図1】



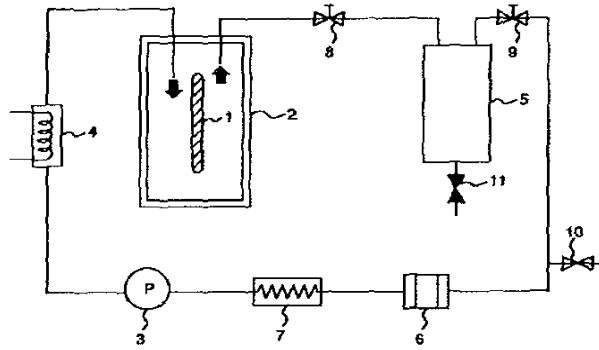
【図2】



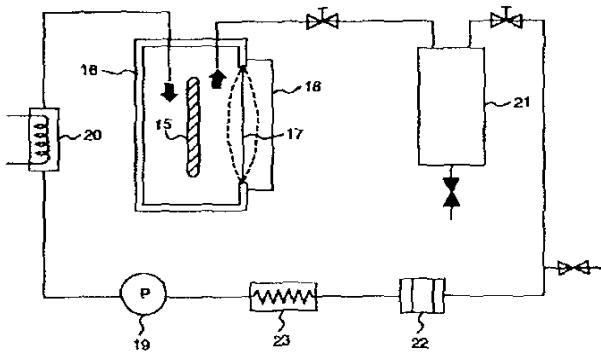
【図3】



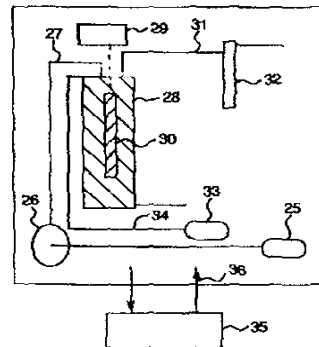
【図4】



【図5】



【図6】



PAT-NO: JP409232271A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09232271 A  
TITLE: CLEANER OF SEMICONDUCTOR WAFER  
PUBN-DATE: September 5, 1997

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OKI, ICHIRO	
SAOTOME, TAKAHIRO	

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHARP CORPN/A	

APPL-NO: JP08031773  
APPL-DATE: February 20, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/304

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cleaner of a semiconductor wafer in which the number of phase changes per cleaning cycle is high, and cleanness is high with high reliability and low price.

SOLUTION: In a force pump 43 and a heater 44, a stationary state of circulating CO<sub>2</sub> is formed holding a liquid state of slightly higher pressure than supercritical pressure and a slightly lower temperature than a supercritical temperature. A heater control part 58 turns on a heater 56 only in the case where the face temperature of a wafer 41 to be cleaned is lower than the supercritical temperature of CO<sub>2</sub> to heat the wafer 41 to be cleaned, and CO<sub>2</sub> near the face of the wafer 41 to be cleaned is phase-fluctuated to be a liquid state and a supercritical fluid state. Thus, CO<sub>2</sub> of small volume is phase- fluctuated and a number of phase change per cleaning cycle is increased. Further, the supercritical fluid state is phase-fluctuated to the liquid state that solubility is high and an intermolecular force is strong, whereby reverse contamination is removed and cleaning of particles is possible. Further, high reliability is obtained without using mechanical driving means.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO